Bonn. zool. Beitr.

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Bonn, Direktor Prof. Dr. R. Danneel

Die Veränderungen des Haarfarbmusters wildfarbiger Hauskaninchen vom juvenilen bis zum adulten Haarkleid

Von ERNST LUBNOW, HEIDI BIEBER und SIGRID SEIDEL

Prof. Dr. G. Niethammer zum 60. Geburtstag gewidmet

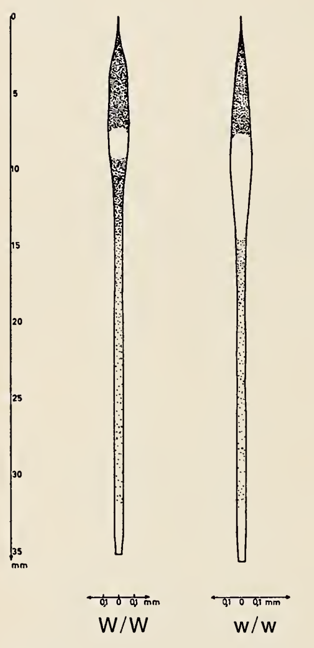


Abb. 1. Bau und Pigmentierung wildfarbiger Haare nach Bieber (1968).

Einleitung

Die typische Rückenfarbe eines Wildtieres entsteht durch Haare, die eine schwarze Spitze, eine farblose bis rötlich-gelbe Binde und eine schwarze Basis besitzen (Abb. 1). Der Bauch wirkt beim wildfarbigen Haarkleid fast weiß, da die Spitzen vom Rücken zum Bauch hin kürzer werden und schließlich ganz verschwinden. Gleichzeitig wird die gelbe Binde breiter und heller.

Viele Säuger-Junge kommen nackt zur Welt. Das erste Fell ist dünnhaarig, oft auch andersfarbig als das erwachsener Tiere. Der Übergang vom Jugend-Haarkleid zum endgültigen wird durch mehrfaches Mausern allmählich vollzogen. Die Übergangskleider sollen in der vorliegenden Arbeit untersucht werden, mit dem Ziel, nicht nur Hinweise auf die Ursachen für den rhythmischen Wechsel verschiedenfarbiger Melanine im einzelnen Haar zu erhalten, sondern auch die Zuordnung juveniler Tiere zu bestimmten Farbtypen des Alterskleides zu ermöglichen.

Ähnliche Messungen wurden in beschränktem Umfang von Galbraith (1962) an Mäusen vorgenommen. Ihm standen jedoch keine genetisch verschiedenen Rassen zur Verfügung, und über die Meßmethodik wurde nur wenig ausgesagt.

Material und Methoden

Die Genetik der Wildfarbigkeit ist an verschiedenen Stellen behandelt worden (Nachtsheim 1949, Danneel 1947, 1949, Cleffmann 1953, Robinson 1958, Lubnow 1963, 1966). Über die Arbeitsmethoden wurde von Bieber (1968) ausführlich berichtet

Für die Untersuchungen standen 21 Schwarzwildkaninchen zur Verfügung, deren Eltern auf ihre Farbgene hin getestet waren. Auch unter Wurfgeschwistern kamen recht unterschiedliche Fellfarben vor.

Da die Farbgene CEBDA für unsere Problemstellung bedeutungslos sind, geben wir unten nur noch die Gensymbole für die Bindenbreiten an: W/W = normale Binden, w/w = breite Binden (Abb. 1, 2 und 3).

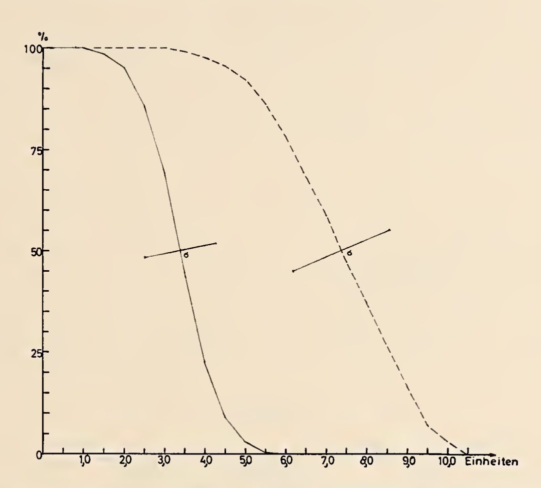


Abb. 2. Mittl. Summenprozentkurven der beiden Bindenbreitengruppen im ad. Haarkleid
— Gruppe mit normalen Binden (W/W), an 32 Tieren zu je 100 Haaren gemessen
- - - - Gruppe mit breiten Binden (w/w) nach Bieber (1968), an 16 Tieren zu je 100 Haaren gemessen

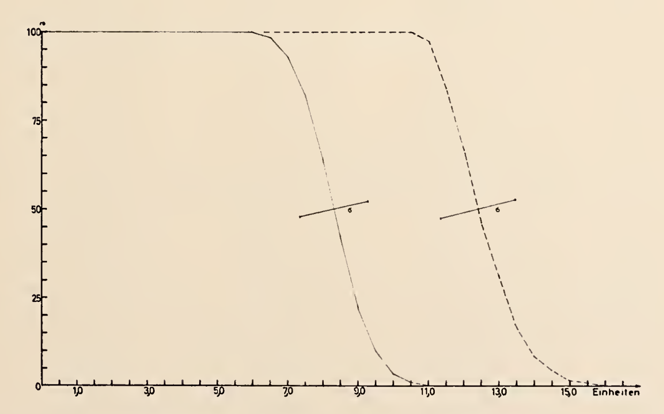


Abb. 3. Mittlere Summenprozentkurven der beiden k_1-Gruppen im adulten Haarkleid
Übereinstimmend mit den Bindenbreiten zeigt auch die Konstante k_1 (Summe aus Spitze + Binde) eine Aufspaltung nach genetischer Konstitution W/W bzw. w/w
— Gruppe mit normalem k_1-Wert (W/W), an 32 Tieren zu je 100 Haaren gemessen
- - - Gruppe mit großem k_1-Wert (w/w) nach Bieber (1968), an 16 Tieren zu je 100 Haaren gemessen

Die gemessenen Haare stammen aus drei natürlichen Haargenerationen immer der gleichen Tiere. Die Haare wurden entnommen:

1. im Alter von 9 Wochen, vor der ersten Mauser;
2. im Alter von 4 Monaten, nach der ersten Mauser;
3. im Alter von 18 Monaten, nach der dritten Mauser.

Von den vorkommenden Haartypen (Leithaare, Deckhaare, Wollhaare) wurden nur die Deckhaare ausgemessen, weil im wesentlichen nur sie die Fellfärbung bestimmen. Da zwischen den Haartypen alle Übergänge vorkommen, wurden nur Haare mit einer Mindestspitzenlänge von 4 mm gemessen. Solche mit einer kürzeren Spitze zeigen schon den gewellten Wollhaar-Schaft.

Die Bindenbreiten und Spitzenlängen verändern sich nach Cleffmann (1953) mit der Körperregion. Deshalb wählten wir für die Entnahme der Haare konstant die Stelle zwischen dem 4. und 5. Lendenwirbel (Bieber, 1968). Es wurden jeweils 50 Haare ausgemessen, die zuvor bei 70°C drei bis fünf Tage in Glycerin entlüftet worden waren. Die Farbübergänge von der Spitze zur Binde und von der Binde zur Basis sind mehr oder weniger kontinuierlich (Abb. 1). Die Meßgrenzen müssen also für jedes Haar individuell bestimmt werden.

Ergebnisse

Tabelle 1. Mittelwerte der genetischen Gruppen in absoluten mm-Angaben ± 3 m und den entsprechenden Prozentzahlen.

M = Mittelwert Sp = Spitzenlänge
B = Bindenbreite k_1 = Konstante Spitze + Binde

W/W	1. Messung mit 9 Wochen	2. Messung mit 4 Monaten	3. Messung mit 18 Monaten
M B	2,89 ± 0,48	2,89 ± 0,03	2,97 ± 0,51
M Sp	4,25 ± 0,57	5,68 ± 0,81	5,89 ± 0,51
M k_1	7,21 ± 0,96	8,62 ± 1,11	8,96 ± 0,93
w/w	1. Messung	2. Messung	3. Messung
M B	5,94 ± 0,57	6,74 ± 1,23	6,81 ± 0,60
M Sp	4,73 ± 0,27	6,24 ± 0,33	6,66 ± 0,21
M k_1	10,76 ± 0,78	12,96 ± 0,66	13,50 ± 0,72
W/W	1. Messung	2. Messung	3. Messung
M B	97,31 %	97,31 %	100 %
M Sp	72,16 %	96,43 %	100 %
M k_1	80,47 %	96,62 %	100 %
w/w	1. Messung	2. Messung	3. Messung
M B	87,22 %	98,97 %	100 %
M Sp	71,02 %	93,69 %	100 %
M k_1	79,70 %	96,00 %	100 %

Unabhängig von der genetischen Konstitution (W/W bzw. w/w) sind die Spitzenlängen innerhalb einer Haargeneration bei allen 21 Versuchstieren ungefähr gleich groß (Tab. 1 und Abb. 4). Vom Jugendhaarkleid bis zur dritten Mauser steigt die Spitzenlänge einheitlich um etwa 30 % .

Die Bindenbreiten dagegen sind von einer Mauser zur anderen sehr viel weniger unterschiedlich. Bei der Gruppe W/W konnten praktisch überhaupt keine Unterschiede zwischen den einzelnen Jugendhaarkleidern ermittelt werden (Tab. 1; Abb. 4). Der Längenzuwachs bei der w/w-Gruppe betrug nur etwa 10—15 %.

Wichtig erscheint hier, daß die mittleren Bindenbreiten der w/w-Tiere schon im ersten Haarkleid deutlich größer sind als die Mittelwerte der Binden bei adulten

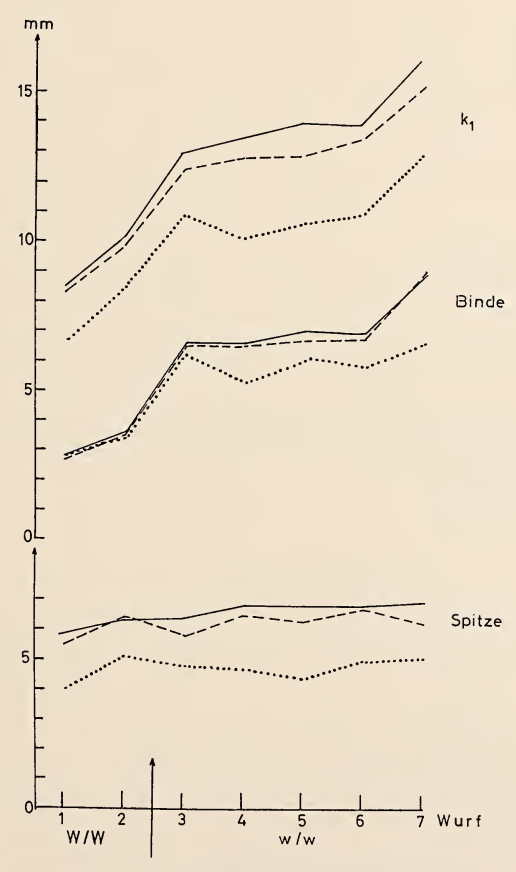


Abb. 4. Binden-, Spitzen- und k_1-Mittelwerte der sieben Würfe mit insgesamt 21 Jungtieren

.... 1. Messung mit 9 Wochen

—— 2. Messung mit 4 Monaten

- - - 3. Messung mit 18 Monaten

W/W-Tieren. Eine Einordnung juveniler Tiere in die genetischen Gruppen W/W oder w/w ist also mit Sicherheit möglich.

K_1 ist eine konstante Meßgröße, die sich aus Spitze + Binde zusammensetzt. Sie variiert bei einem Tier und für Haare einer Entnahmestelle nur wenig trotz starker Abweichungen einzelner Spitzen- und Bindenwerte (vergl. Material und Methoden; Bieber, 1968). Im vorliegenden Fall beträgt die Zunahme von k_1 von dem Jugendhaarkleid bis zur dritten Mauser etwa 20 %. Das ist, wie Tabelle 1 und Abb. 4 zeigen, bei der Gruppe W/W ausschließlich auf eine Zunahme der Spitzenlänge zurückzuführen (Abb. 5). Bei w/w Tieren resultiert diese Verlängerung etwa zur Hälfte aus Spitze und Binde (Abb. 6).

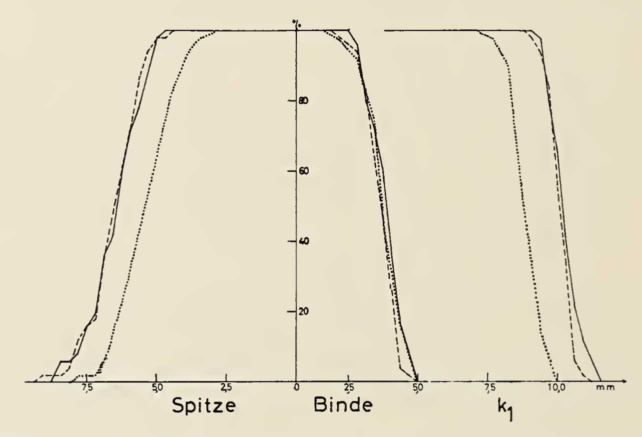


Abb. 5. Summenprozentkurven der Spitzen, Binden und k_1-Werte bei ♂ 835 (W/W) aus allen drei Messungen an je 50 Haaren
.... 1. Messung
—— 2. Messung
- - - 3. Messung

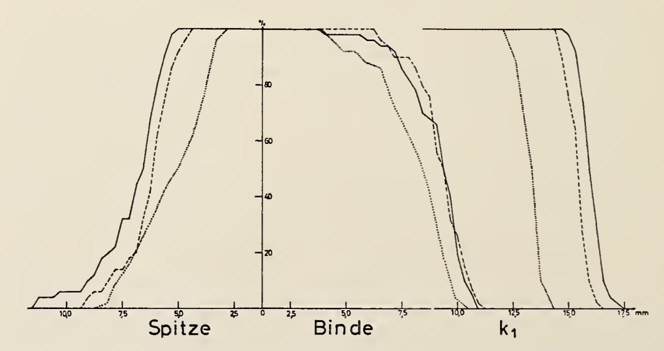


Abb. 6. Summenprozentkurven der Spitzen, Binden und k_1-Werte bei ♂ 874 (w/w) aus allen drei Messungen an je 50 Haaren
.... 1. Messung
—— 2. Messung
- - - 3. Messung

Alle 21 Versuchstiere besaßen die Haarlänge „Normalhaar" und zeigten keine Haarlängen-Unterschiede auf Grund ihrer Zugehörigkeit zum Genpaar W/W bzw. w/w.

Wie schon in der Einleitung erwähnt wurde, sind die Haare des juvenilen Felles dünn und kurz und erreichen erst beim adulten Tier ihre volle Länge. Um eine Beziehung zwischen der prozentualen Ausbildung des Haarmusters und der entsprechenden Gesamtlänge herstellen zu können, wurden die Gesamtlängen bei drei Tieren aus verschiedenen Würfen an je 30 Haaren ausgemessen (Tabelle 2 und Abb. 7).

Tabelle 2. Die prozentualen Gesamtlängen T betragen:

	1. Messung	2. Messung	3. Messung
Mittelwert T	72,3 %	88,8 %	100 %
σ T	2,1 %	1,7 %	

Der prozentuale Längenzuwachs des Gesamthaares stimmt auffallend mit der Zunahme der Spitzenlänge überein (Tab. 1 und 4).

Schon früher (Bieber, 1968) war der Eindruck entstanden, daß Spitzenlänge und Gesamtlänge der Haare mit der Haardicke und diese wiederum mit der Haarwurzelgröße (Danneel und Cleffmann 1954) korreliert sind. Bei drei verschiedenen Tieren der Gruppe W/W wurden deshalb Haardickenmessungen an Stichproben von je fünf Haaren vorgenommen.

Tabelle 4 zeigt, daß die prozentualen Zuwachsraten der Haardicke in der Tat gut mit der Spitzenlänge und Gesamtlänge übereinstimmen. Wir werden darüber an anderer Stelle ausführlich berichten.

Zusammenfassung

Die Entwicklung des Haarfarbmusters vom juvenilen zum adulten Haarkleid verläuft für alle gemessenen Haarabschnitte kontinuierlich, wenn auch nicht in identischen Zuwachsraten.

Die Gene W/W (W/w) und w/w bestimmen das Haarmuster hinsichtlich der Bindenbreite und des k_1-Wertes schon bei Jungtieren gemäß den beiden Rassen. Dabei sind die prozentualen Zuwachsraten für k_1 in beiden genetischen Gruppen gleich:

Tabelle 3. k_1-Mittelwerte in %

	1. Messung	2. Messung	3. Messung
Gruppe W/W	80,47 %	96,62 %	100 %
Gruppe w/w	79,70 %	96,00 %	100 %

Die Längen der Spitzen und die Gesamtlängen zeigen keine Aufspaltung nach dem Bindenbreiten-Gen. Ihre prozentuale Zunahme verläuft, ebenso wie die mittleren Haardicken, sehr ähnlich:

Tabelle 4. Vergleich der prozentualen Zuwachsraten für Spitzenlänge (Sp), Gesamtlänge (T) und Haardicke (D).

	1. Messung	2. Messung	3. Messung
Mittelwert T	72,3 %	88,8 %	100 %
Mittelwert Sp	72,8 %	94,6 %	100 %
Mittelwert D	73,6 %	86,7 %	100 %

Die Bindenbreite ergibt sich als Differenz aus k_1 und Spitze und zeigt keine Steigerung der Meßwerte bei verschiedenen Haarkleidern, ist also vom Alter unabhängig. Im Gegenteil fällt auf, daß die Bindenbreiten in den aufeinanderfolgenden Haargenerationen nur geringfügig und durchaus uneinheitlich differieren.

Eine systematische Zuordnung zu verschiedenen Bindenbreitenrassen ist deshalb schon beim Jungtier vom 1. Haarkleid an möglich, da die mittleren Bindenbreiten und k_1-Werte der w/w-Rasse schon im ersten Fell größer sind als die entsprechenden Werte auch der adulten W/W-Tiere. Grob schematisch ergibt sich also für die verschiedenen Jugendhaarkleider die Situation der Abb. 7. Beim Aguti-Haar des Hauskaninchens erreicht die Binde schon im ersten Haarkleid ihre definitive Länge, wohingegen die schwarzpigmentierten Anteile von Mauser zu Mauser länger werden. Gleichzeitig nimmt auch die Haardicke zu.

Literatur

B i e b e r , H. (1968): Das Haarfarbmuster wildfarbiger Hauskaninchen und sein Einfluß auf die Fellfarbe. — Zeitschr. f. wiss. Zoologie (im Druck).

C l e f f m a n n , G. (1953): Untersuchungen über die Fellzeichnung des Wildkaninchens. Ein Beitrag zur Wirkungsweise des Agutifaktors. Z. indukt. Abstamm. — u. Vererb.lehre 85, p 137 bis 162.

— (1962): Die Bedeutung von äußeren Einflüssen auf die Pigmentzelle für die rhythmische Musterbildung im Haar. — Roux' Archiv für Entwicklungsmechanik 154, p. 239—271.

Abb. 7. Die prozentuale Zunahme von Spitze, Gesamtlänge und Haardicke bei gleichbleibender Binde während der Entwicklung vom juvenilen zum adulten Haarkleid, grob schematisch.

Danneel, R. (1947): Phänogenetische Untersuchungen über die Haar- und Fellzeichnung des Wildkaninchens. — Biol. Zentrbl. 66, p. 330—343.

— (1949): Haarzeichnung und Fellmuster des Wildkaninchens. — Verh. Dtsch. Zool. Ges. in Kiel 1948, Zool. Anz. 13, Suppl., p. 36—41.

— und G. Cleffmann (1954): Die Einwanderung der Pigmentzellen in die Haut und die Haare bei Nagetieren. — Biol. Zentrbl. 73, p. 414—428.

Galbraith, D. B. (1962): The Agouti Pigment Pattern of the Mouse: A Quantitative and Experimental Study. — Zool., 155, p. 71—90.

Lubnow: E. (1963): Die Haarfarben der Säugetiere. — Biol. Zentrbl. 82, Heft 4.

— (1966): Farbuntersuchungen an Eichhörnchen aus verschiedenen Höhenlagen des Kamerungebirges. — Bonner Zool. Beitr. 17, Heft 1/2, p. 45—52.

— und G. Niethammer (1964): Zur Methodik von Farbmessungen für taxonomische Untersuchungen. — Verh. Dtsch. Zool. Ges. in München 1963, p. 646—663.

Nachtsheim, H. (1949): Vom Wildtier zum Haustier. Berlin.

Robinson, R. (1958): Genetic Studies of the Rabbit. — Bibliographia Genetica, XVII, p. 229—558.

Sawin, P. B. (1934): Linkage of "Wide-band" and "Agouti" Genes. — Journal of Heredity, Band XXV.